

DERWENT-ACC-NO: 1991-198458

DERWENT-WEEK: 199127

COPYRIGHT 2007 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Laser processing for roughening surface of jig
- by vibrating reflecting mirror or focusing lens of
laser by frequency having defined relation with
frequency of pulse
NoAbstract Dwg 0/3

PATENT-ASSIGNEE: SUMITOMO METAL IND LTD [SUMQ]

PRIORITY-DATA: 1989JP-0262514 (October 6, 1989)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES MAIN-IPC		
JP 03124385 A	May 27, 1991	N/A
000 N/A		

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
JP 03124385A	N/A	1989JP-0262514
October 6, 1989		

INT-CL (IPC): B23K026/00

ABSTRACTED-PUB-NO:

EQUIVALENT-ABSTRACTS:

TITLE-TERMS: LASER PROCESS ROUGH SURFACE JIG VIBRATION REFLECT MIRROR
FOCUS

LENS LASER FREQUENCY DEFINE RELATED FREQUENCY PULSE
NOABSTRACT

DERWENT-CLASS: M23 P55

CPI-CODES: M23-D05;

SECONDARY-ACC-NO:

⑫ 公開特許公報(A) 平3-124385

⑬ Int.Cl.⁵
B 23 K 26/00識別記号 庁内整理番号
J 7920-4E

⑭ 公開 平成3年(1991)5月27日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全7頁)

⑮ 発明の名称 レーザー加工方法

⑯ 特 願 平1-262514

⑰ 出 願 平1(1989)10月6日

⑱ 発 明 者 山 本 剛 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

⑲ 発 明 者 高 隆 夫 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

⑳ 出 願 人 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

㉑ 代 理 人 弁理士 穂上 照忠 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

レーザー加工方法

2. 特許請求の範囲

(1) パルス状のレーザービームにより金属の表面に微小クレーターをつけて粗面化する方法において、レーザーの反射ミラーもしくは集光レンズをパルスの周波数 f_L に対し、

$$(n+0.75) \geq \frac{f_v}{f_L} \geq (n+0.25) \quad (n \text{ は自然数})$$

$$\text{または、} \quad 0.9 > \frac{f_v}{f_L} > 0.1$$

の関係にある周波数 f_v で振動させ、かつ振動させない場合のレーザー光路に対して振動させた場合の変位の振幅 $X(\mu\text{m})$ をクレーター間隔 $L(\mu\text{m})$ に対して、

$$0.7L \geq X \geq 0.1L$$

とすることを特徴とするレーザー加工方法。

(2) 反射ミラーもしくは集光レンズを高周波または超音波による振動子により振動させ、その冷却

をガス吹付けにより行うことを特徴とする請求項

(1)のレーザー加工方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、冷延鋼板のような金属製品、あるいはかかる製品を製造するのに使用する工具(例えば、圧延用ロール)などの表面をレーザーで加工して粗面化する技術に関し、とくに加工後の表面の目視外観性状における方向性を解消する加工方法に関する。

(従来の技術)

金属表面を粗面化する方法にはショットブラストや放電加工等があるが、最近、CO₂レーザーなどの高エネルギー密度ビームを用いた粗度の制御性に優れた粗面化方法が開発され、塗装鮮映性に優れた自動車用鋼板の製造に応用されつつある。CO₂レーザーによる粗面化方法は、レーザービームを電気的、あるいは機械的方法により高周波数のパルスビームに変調し、これをNC制御により連続的に移動させている製品、あるいは工具に照

射するもので、高効率で粗面化を行うことができるという特徴がある。その応用例として、特公昭62-11922号公報に示される冷延鋼板の粗面化方法があり、また、本出願人が提案した特願昭63-66062号の方法等がある。

レーザー照射による粗面の形成は上述のパルスビームの一発毎に製品や工具の表面に一個の凹凸（以下、クレーターと呼ぶ）を形成し、これを規則的に無数に配列させるもので、クレーターの盛上がりや深さ、クレーターの間隔をレーザー出力やNC制御で調整することにより粗度のパラメーター、即ち、 R_{max} 、 R_a 、 $P.P.I.$ などを任意に制御することができる。このように、レーザー加工された粗面は、形状や大きさをコントロールされた一個一個のクレーターが規則的に配列していることが特徴であり、ショットブラストや放電加工法による粗面と大きく異なる点は、その目視による外観である。

鋼板の表面粗さ解析によればショットブラストによる粗面は様々な波長成分が不規則な位相で重

なり合った曲線の集合であり、その外観には方向性が認められず、金属光沢が失われ、灰色に近い外観となる。このような従来の粗面化方法によれば製品を無塗装、あるいは粗面が目視される程度の薄い塗装や半透明な塗料による塗装を行って用いる場合でも、特に方向を選択することなく使用することができる。

一方、レーザー加工による粗面は、上記のような状態で使用に供すれば方向性が現れ、例えば、板同士を縫いでパネルを作る場合など、その方向性により著しく美観が損なわれる。しかし、自動車用外板のように厚膜(60 μ m~100 μ m)の塗装を行えばクレーターの目視による識別は不可能となり、方向性は解消され、また、塗装面のうねりが小さくなって鮮映性が向上するという優れた特性を持つ。従って、レーザー加工による粗面化鋼板は、主に厚塗装用鋼板として用いられている。

レーザーによる粗面化ではむしろ不規則なクレーターの配列を形成することは困難である。例えば、特公昭62-11922号公報に示される方法では、

3

規則性はロールの回転と進退運動を一定速度で行い、5kHz以上の一定周波数のパルスビームを用いることにより得られるもので、高速回転するロールやチョッパーを1/5000秒以下の短時間で回転速度を任意に変化させることは不可能と考えられる。

（発明が解決しようとする課題）

レーザー加工による粗面化には、前記のとおり多くの利点があるが、その特有な目視外観の方向性が、用途によっては障害になる。そこでクレーターの配列にある程度の不規則性を付与し、外観における方向性を解消することが、その用途の拡大に有効であると考えられる。ところが、レーザーのパルスビームの周期や製品の回転速度、進退速度を前述のような短時間で変えることは困難であり、また、そのためのNCプログラムも膨大なものになり、実用的ではない。もちろん、数秒単位でならば、これらの要素を変動させることは可能であるが、平均のパルス周波数が5kHz以上であるからクレーター間隔は変動するものの、方向

5

4

性は解消されず、新たな周期性をもった模様が形成されるだけでなく、粗度が位置により大きく異なり、性能、外観ともに劣化する。また、当然のことながら、パルス周期を数秒に落とせば不規則化は可能となろうが、全体の加工時間は固り知れないものになり、工業的には到底実施できない。

本発明の目的は、パルス周波数を低下させることなく、クレーター間隔を局所的にランダムに変動させ、外観における方向性を解消することができるレーザー加工方法を提供することにある。

（課題を解決するための手段）

本発明は、パルス状のレーザービームにより製品の表面に微小クレーターをつけて粗面化する方法において、レーザーの反射ミラーもしくは集光レンズをパルスの周波数 f_L に対し、

$$(n+0.75) \geq \frac{f_v}{f_L} \geq (n+0.25) \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

（ただし、 n は自然数）

$$\text{または、} \quad 0.9 > \frac{f_v}{f_L} > 0.1 \quad \cdots \cdots \textcircled{2}$$

6

の何れかを満足する周波数 f_v で振動させること、および、振動させない場合のレーザー光路に対して振動させた場合の変位の振幅 $X(\mu\text{m})$ をクレータ間隔 $L(\mu\text{m})$ に対して、

$$0.7L \geq X \geq 0.1L \quad \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

とすること、を特徴とするレーザー加工方法、を要旨とする。

上記の方法において、反射ミラーもしくは集光レンズを高周波または超音波による振動子により振動させ、その冷却をガス吹付けにより行うのが望ましい。

レーザーは、一般にミラーおよび集光レンズで光路の調整やフォーカシングを行う。従って、これらの光学系のいずれかを振動させることによって光路を変化させることができる。その振動数はパルス周波数に比較して著しく小さければ、前述のように方向性は解消されず、周期的な模様が見れる。そこで、超音波振動子などの周波数が数10 kHzの振動が可能な素子により光学系部品を振動させることによって、クレータ間隔を不規則化

7

Aは下記の式で表される。

$$A = X \sin(2\pi \times \frac{f_v}{f_L} + \theta)$$

ここで、 (f_v/f_L) が整数ならば、 $A = X \sin \theta$ となり変位は一定であり、方向性は解消されない。 f_v と f_L の比が整数倍より半波長近くはずれた場合、変位がランダムになり方向性が解消されるのである。

$f_v < f_L$ のときは、変位は一定とならず、このような干渉は起きにくい、周期性を避けるためにはその比も整数倍から半波長はずした方が望ましい。

また、②式で $(f_v/f_L) > 0.1$ と規定するのは、もし f_v が f_L に比べ極端に小さいと、変動周期が長過ぎて局所的に見ると効果がないからである。

③式の条件、即ち、振幅 X を $0.7L \geq X \geq 0.1L$ とするのは $0.1L$ 未満の振幅では振幅が小さ過ぎて効果がなく、一方、 $0.7L$ を超える場合は方向

9

する方法を検討し、外観の優れた粗面を得るのに適正な光学系部品の振動条件を確定したのが本発明方法の特徴である。

(作用)

本発明方法において、クレータ間隔を不規則に変動させ、粗面の方向性を解消するための方法として、レーザーの光学系部品、すなわち、反射ミラーもしくは集光レンズを振動させる方法を用いているのは、前述の加工物の位置制御やパルス周期を変動させる方法と比較し、高速度でクレータ間隔を変動させることができるからである。この方法によれば、方向性を解消しながら新たな周期性をもった模様を発生させることなく外観が改善できるのである。

振動の周波数 f_v を前記①式または②式で規定するのは、下記の理由による。

$f_v > f_L$ のときは、 f_L が f_v の整数倍に近いと、光路の変位が $A = X \sin(2\pi f_v t + \theta)$ であり、レーザーのパルスが到達する時刻が $t = n/f_L$ (n は自然数)となるため、上記の

8

性は解消されるが、反面、振幅が大き過ぎてクレータの疎密が現れやすく、まだら模様として認識されるためである。

レーザー光学系は、高周波振動子または超音波振動子で振動させるのが望ましい。それは、通常のレーザーによる粗面化加工における f_L が数10 kHzであることから所定の f_v を得るためである。かかる高周波の振動では、通常行われる光学系部品の水冷を行うと、冷却水に振動エネルギーが奪われ、効率が悪くなるから、冷却は空気、窒素などのガスをノズルから集光レンズ、反射ミラーに吹付ける方法が望ましい。

(実施例)

第1図に示す要領で、直径100mmのJIS SUJ-2鋼製ロール1に、クレータ間隔0.3mm、周波数12kHz、レーザー出力1kWで、反射ミラー2を高周波振動子3により種々の振動数で振動させてレーザー加工を行った。なお、第1図中、4はレーザー発信器、5は固定式の反射ミラー、6は集光レンズ、7はチャップパーである。ロール1は、そ

10

の中心軸の回りに 69rpm で回転し、軸方向（矢印方向）に 3.4mm/秒の速度で移動する。なお、反射ミラー、集光レンズはエアーで冷却した。

加工後のロール表面を 1.5×1.5mm の範囲で 10ヶ所サンプリングし、「ロール周方向並び」に関する不規則度 S を調査した。

不規則度 S は次のようにして求める。即ち、第 2 図(ハ)に示すように 1.5×1.5 mm の範囲内にクレーターが 25 個含まれる部分を、ロール周方向（X 座標）にクレーターが 5 個ずつのグループに分け、それぞれの 5 個を 1 列の並びとみなす。そして、第 2 図(ハ)に示すように、その X 座標の平均 \bar{X}_i をとり、それぞれのグループに対し \bar{X}_i である線、つまり平均線を求め、その平均線に対するばらつきを下記のように計算し不規則度 S とする。

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^5 (X_{ij} - \bar{X}_i)^2$$

ただし、

$$\bar{X}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^5 X_{ij} \quad (n=5)$$

1 1

一定になり、 $S=0$ 、すなわち方向性が解消されない。№10～13 は本発明例で、S、疎密とも良好だが、 f_v/f_L が整数分の 1 になっている №11、13 では第 3 図(ハ)に示すように線並びが認められるので前述のように №10、12 の方が望ましい。

№14～18 は $f_v > f_L$ の場合で、 f_v/f_L が整数となる №15、17、18 はすべて線並びが認められ、方向性は解消されない。№14、16 は本発明例で良好な結果が得られている。

以上、第 1 図に示す反射ミラー 2 を振動させる実施例について説明した。この外に、集光レンズ 6 を振動させる方法も実験したところ、全く同じ効果が得られることが確認された。

(以下、余白)

第 1 表に、反射ミラー（第 1 図の 2）の振動周波数 f_v (kHz)、この f_v とパルス周波数 f_L (kHz) との比 (f_v/f_L)、反射ミラーの変位の振幅 X (mm)、S (但し、10箇所平均)、クレーター分布の粗密、および「線並び」の有無を示す。なお、「線並び」とは、第 3 図(ハ)に示すように、クレーターがロール軸に平行な線上に一線に並んでしまう状態を言い、この「線並び」が多くなると、目視上の方向性が現れる。

第 3 図に、得られたクレーター分布の代表的な数例を挙げた。

第 1 表の №1～8 は、反射ミラーの変位の振幅 X の影響を調べたもので、№1、2 は振幅過小で S が小さく、方向性が大きい。また №7、8 は、振幅過大で S は大きい第 3 図(ハ)のように疎密が甚だしくなり外観で損なわれる。№3～6 は本発明例であり、第 3 図(ハ)のように不規則度 S が高く粗密も適正である。

№9～13 は、 $f_v \leq f_L$ の場合の f_v/f_L の影響を調べたもので、 $f_v = f_L$ では干渉により変位が

1 2

第 1 表

試験 試片 ¹⁾	f_v (%)	f_v f_1	X (mm)	S ²⁾ (10ヶ所の平均)	疎 密 ³⁾ (不規則度)	線並び ⁴⁾
1	4.8	1/2.5	0	0.0 ×	○	—
2	"	"	0.015	0.03 ×	○	—
3*	"	"	0.03	0.13 ○	○	—
4*	"	"	0.06	0.5 ○	○	—
5*	"	"	0.09	1.2 ○	○	—
6*	"	"	0.15	3.2 ○	△	—
7	"	"	0.225	2.8 ○	×	—
8	"	"	0.3	1.7 ○	×	—
9	12	1	0.06	0 ×	×	—
10*	8	1/1.5	0.06	0.5 ○	○	—
11*	6	1/2	0.06	0.4 ○	○	△
12*	4.8	1/2.5	0.06	0.5 ○	○	—
13*	4.0	1/3	0.06	0.4 ○	○	△
14*	18	1.5	0.06	0.6 ○	○	—
15	24	2	0.06	0 ×	×	×
16*	30	2.5	0.06	0.42 ○	○	—
17	36	3	0.06	0.2 ○	△	×
18	60	5	0.06	0 ×	△	×

注、¹⁾ : * は、本発明の例
²⁾ : ○は規則性が殆どなし、×は規則性あり。
³⁾ : ○は粗密が均一、△はやや不均一、×は粗密が不均一。
⁴⁾ : —は「線並び」なし、△は方向性に影響しない程度の「線並び」あり、×は「線並び」が多く、方向性あり。

14

(発明の効果)

本発明方法によって粗面化された製品は、レーザ加工特有の鮮映性を備えながら、外観における方向性が解消されている。従って、無塗装、クリアー塗装、あるいは薄膜塗装の状態で用いられる建材、電気製品の外板等の製造法として好適である。また、本発明方法でロール表面を加工し、そのロールを用いて板などを圧延すれば、同じような優れた特性の粗面化ができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明方法によってロール表面を粗面化する方法の一例を説明する図、

第2図(a)および(b)は、粗面化した表面のクレータ分布の不規則度を説明する図、

第3図(a)~(c)は、粗面化した表面のクレータ分布状態の例、である。

出願人 住友金属工業株式会社

代理人 弁理士 穂上昭忠 (ほか1名)

図 1

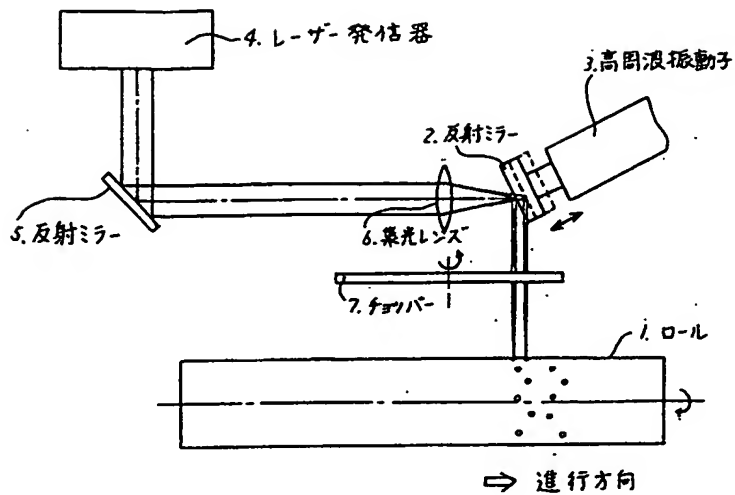
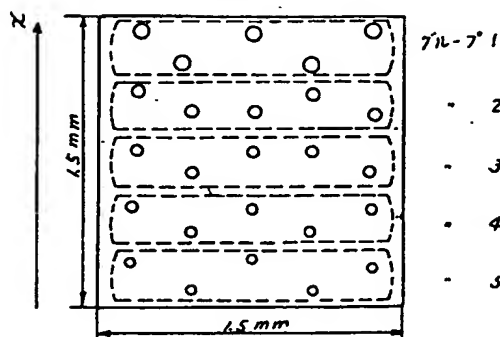
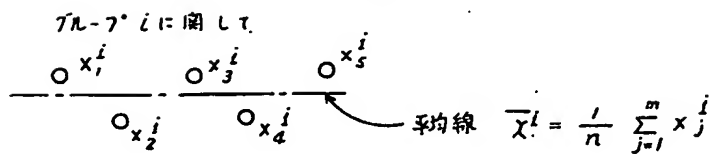


図 2

(a)



(b)



$$S = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (x_j^i - \bar{X}^i)^2$$

図 3

